

堆積土砂簡易排除装置の開発について

九州地方整備局 九州技術事務所 機械課 内藤 博

1. はじめに

九州北西部に位置する有明海には、筑後川、六角川など多くの河川が流入している。これらの河川では、有明海を浮遊する微細なガタ土粒子が潮の干満により遡上し、樋門・樋管等の水路に堆積したガタ土は、流下能力の低下やゲート操作へ悪影響を及ぼす為、人力によって排除しているが、危険且つ苦渋な作業となっている。



写真-1 簡易排除装置実証実験状況

今回、水路に堆積したガタ土を除去するための“堆積土砂簡易排除装置”を開発し、現場実証実験（写真-1）を行い良好な結果を得たので報告するものである。

2. ガタ土の性状

ガタ土は、青灰色の粘土またはシルト状の粘土であり、有明粘土層と呼ばれている。一般に、含水比が高く地盤支持力は小さい。水中における自然堆積ガタ土の限界摩擦速度は、0.03m/sec程度であり、本川においては流速が0.7~1.1m/sec程度であるためガタ土の堆積



写真-2 ガタ土みお筋状況

は殆ど起こらないが、支川の樋門・樋管、ゲート等の閉鎖部では干満速度約0.02m/secに収束して堆積する。干潮時、ガタ土は水路に“みお筋”ができると、みお筋沿いに引き潮に引き込まれるように本川側へ自らを崩壊させながら流下排除されていく特徴がある（写真-2）。この特徴を利用し、干潮に合わせ潮の引く力を利用し簡易に排除可能な装置の開発を行った。

3. 開発の目的

堆積ガタ土の排除は、河川、大型水路については既に開発しているガタ土除去船によって排除を行っているが、狭隘な水路においては人力に頼っている現状である。このため、狭隘な水路に堆積したガタ土を、簡易にかつ効率よく除去するための“堆積土砂簡易排除装置”を開発し、現場実証実験を行ったものである。

4. 排除装置の開発

4. 1 排除方式の選定

堆積土砂排除方式として、表-1に示す各方式を比較し、プロペラによる攪拌方式を選定した。

	方式名	概要	問題点	評価
A	噴射方式	水中ポンプ	装置大	△
B	吸込方式	サンドポンプ	回収土砂処理必要	△
C	攪拌方式	プロペラ	特になし	○
D	掘削方式	バックホウ	狭隘箇所不可	△

表-1 排除方式比較

実験装置は、船底が平らで安定性の良い角船に船外機（13.3kg×2台）を船首側及び船尾側に1台ずつ搭載し支持させ、2台のプロペラ噴流により排除させる方式とした。

排除作業時は、2台の船外機を運転させることにより噴流を起こしガタ土を排除し、移動時には船尾側の船外機で通常の船舶を操るように自由に河川を移動可能である。装置全体重量は、FRP製の船体で140kgと軽量なため、橋梁上などから河川へクレーン付きトラックで降ろし、船尾側船外機で作業対象水路へ移動する事が可能である。

4. 2 船外機リンク機構及び傾斜角

船外機プロペラ下端とガタ土間の距離は、実験により船外機を垂直に取り付けた場合、距離100mm程度が排除効率の良い結果を得た。しかし、引き潮時に当該距離になるまで作業を待機しなくてはならず、より効率的な作業を行うため、水面に対しおおむね垂直方向に設置されている船外機を約20度傾斜させ（図-1）、ガタ土とプロペラ距離を200mmでも可能とさせ、さらにリンク機構を使用し船外機を通常ポジションから150mm下げることが可能な構造として、ガタ土と船外機プロペラ距離を調節することで作業時間を長く確保することを可能とした（図-2）。

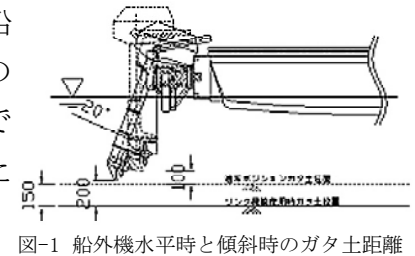


図-1 船外機水平時と傾斜時のガタ土距離

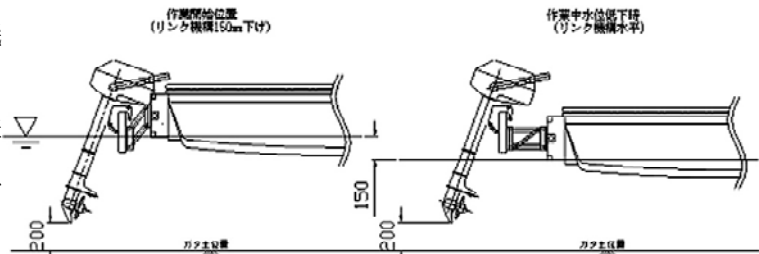


図-2 リンク機構150mm下げ時と水平時の水位状況

4. 3 船外機横移動機構

ガタ土の排除幅をより広くするために、船首側船外機を横移動可能とした。

横移動装置は、人力で移動可能な装置としピニオンギアにハンドルを設け（図-3）、ラック棒上を移動する方式とした（図-4）。

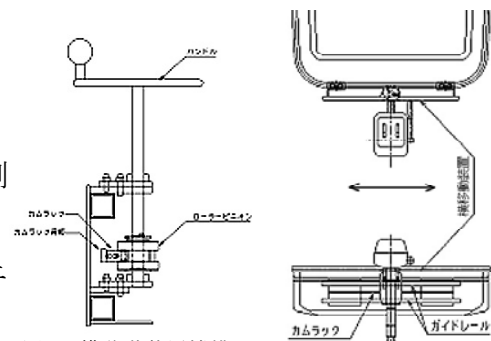


図-3 横移動装置機構

図-4 横移動装置取付位置

4. 4 装置概要

装置の概要を写真-3、図-5に示す。



写真-3 装置全景

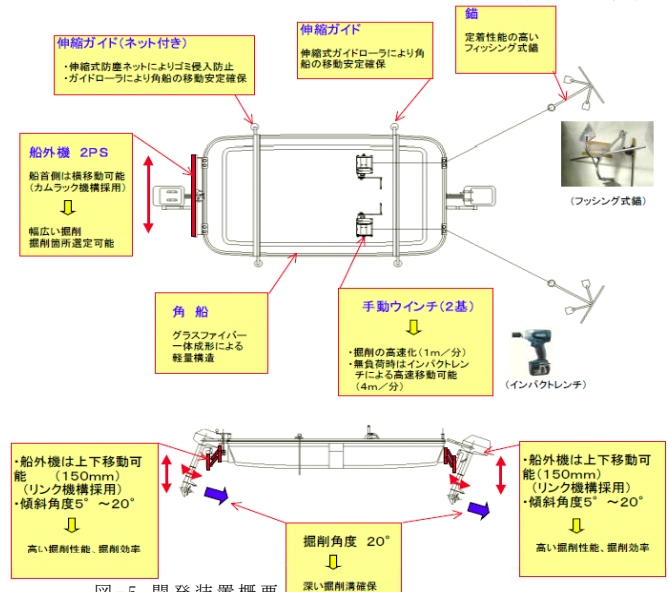


図-5 開発装置概要

5. 実証実験結果

本実験は、開発された簡易排除装置の能力を検証するために行われた。実施場所は、有明海に流れる六角川中流にある「川添樋管」、「赤坂水門」、「焼米樋管」の3箇所で行った。実験は、各機構毎の能力検証を行う排除予備実験の後、一連の作業によるガタ土排除を行う本実験を行った。

5. 1 排除予備実験結果

予備実験では、各機構毎(船外機傾斜 20° 、船外機横移動等)に運転時間または移動時間について30秒と60秒の2つのケースで行い、運転時間による掘削量の検証を行った。試験前の予想では、掘削量は時間には大きく左右されないと予想していたが、各実験とも60秒で行った結果の方が、掘削量が増える結果となった。よって、本実験では横移動と縦移動速度を60秒で行うこととした。

なお、連続作業時船外機の動きを模式的に表現すると図-6のとおりである。

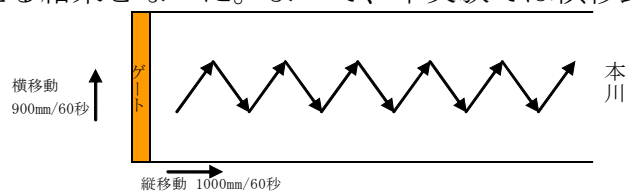


図-6 船外機移動軌跡模式図

5. 2 排除本実験

予備実験で得た効果を実際の水路で一連作業として行い、掘削量の検証を行った。なお、本実験を行った焼米樋管の概要及び実験結果は以下のとおりである。(図-7) (写真-4、5)

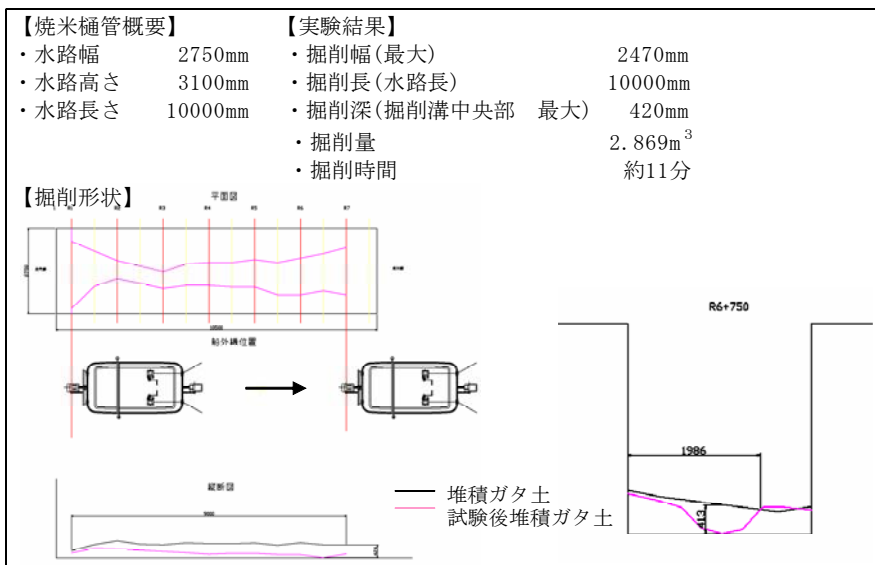


図-7 実験結果



写真-4 排除前ガタ土状況



写真-5 排除後ガタ土状況

全水路に対する掘削量は、全掘削時間11分間で 2.869m^3 である。時間当たり掘削量に換算すると $15.6\text{m}^3/\text{H}$ となる。深い掘削溝は、船首側船外機と船尾側船外機が二重に掘削した部分であり、他の部分に対して掘削エネルギーが約2倍作用したため深く掘削されたことが分かる。この実験結果から排除作業を往復で数回繰り返すことで、水路内に堆積されたガタ土を完全排除し、水門開閉操作の機能を保持することが可能なことが推測される。また、本試験により、作業人員は2人で作業可能であることが確認できた(写真-1)。

6. 干潮水位と作業時間

ガタ土排除作業は、ガタ土の流下効果を考え干潮時に実施するのが効果的であるが、潮位は時間と共に変化するため作業時間長及び作業時間帯に制約を受ける。この潮位と排除作業可能時間の関係について、検証実験を実施した焼米水門を対象に検討した。

①大潮時

船外機プロペラとガタ土間距離が200mmとなる水位を角船喫水（開始）とし、プロペラが水路底面に接する水位を角船喫水（終了）とすると排除作業可能時間は1時間40分となる（図-8）。この間の水位低差は、110cmと推定され、この間縦移動排除が8回可能となる。

また、大潮時の水位低下量は、0.011m/minとなる。

開発装置の排除能力から最大可能排除量を算出すると以下のとおりとなる。

実験により排除能力は、15.6m³/Hであり、総排除量Qtは26m³となる。

これから水路幅2.7m、水路長10mに対する計算上の平均掘削深さHdは

$Hd = 26 / (2.7 \times 10) = 0.96m > 0.75m$ （堆積深さ）となりガタ土堆積深さ0.75mを充分上回る結果となりガタ土のほぼ完全排除が可能と推測される。

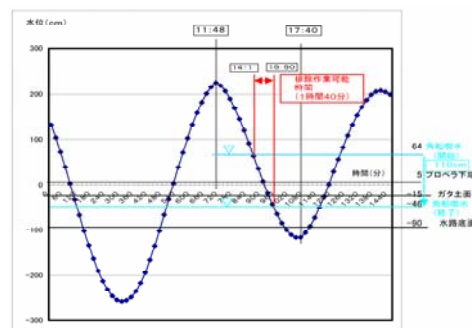


図-8 大潮時可能作業時間

②小潮時

排除作業開始時間を大潮時と同様に船外機プロペラとガタ土間距離が200mmとなる水位を角船喫水（開始）とし（4時30分）、プロペラが水路底面に接する水位を角船喫水（終了）（8時）とすると、排除作業可能時間は3時間30分となる（図-9）。

小潮時の水位低下量は、0.005m/minとなる。

大潮時と同様に数回縦移動して排除すると考えると、水位低下時間が遅い為船外機とガタ土間200mmとなるまで時間調整が必要となる。

以上の結果より小潮時における排除作業は、1縦移動とし、近辺の別樋門との交互作業により作業の効率化を図るべきである。

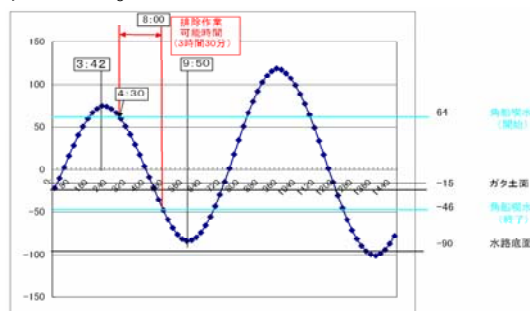


図-9 小潮時可能作業時間

7. おわりに

本排除装置の開発及び実証実験により、簡易排除装置を使って狭隘な水路に堆積されたガタ土を2人で容易に排除可能であることを確認出来た。排除作業は、大潮時と小潮時で排除作業可能時間及び排除効果が異なることから、作業計画を切り替える必要がある。大潮時では1つの樋門・樋管で数回排除作業を行いガタ土完全排除が可能となり、小潮時には近辺の複数樋門での交互作業等の工夫により効率化を図る。

これらの事をふまえて、実際の作業時の対象水路の堆積状況及び潮位を十分調査のうえ、排除作業施工計画を立案する必要がある。